

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 615 287** <sup>(13)</sup> **C1**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

[F03D 1/06 \(2006.01\)](#)[F03B 3/12 \(2006.01\)](#)**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**Статус: может прекратить свое действие (последнее изменение статуса: 27.02.2019)  
Пошлина: учтена за 3 год с 27.10.2017 по 26.10.2018(21)(22) Заявка: [2015145971](#), 26.10.2015(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
26.10.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.10.2015

(45) Опубликовано: [04.04.2017](#) Бюл. № 10(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 2189494 C2, 20.09.2002. RU  
2381380 C2, 10.02.2010. CN 204212917 U,  
18.03.2015. US 2015061294 A1, 05.03.2015.

Адрес для переписки:

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19,  
УрФУ, Центр интеллектуальной  
собственности, Маркс Т.В.

(72) Автор(ы):

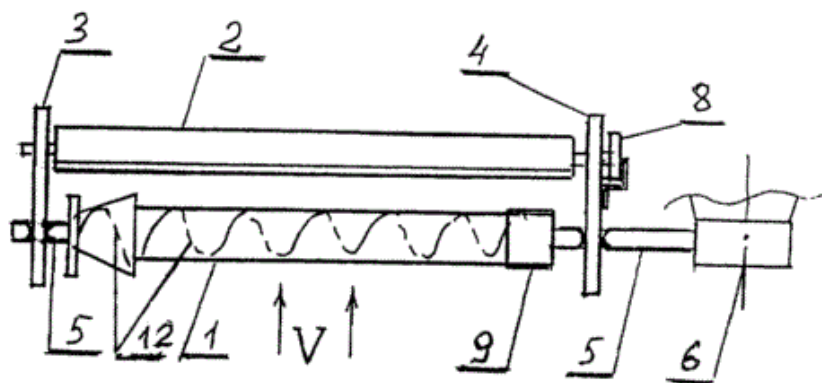
**Щеклеин Сергей Евгеньевич (RU),  
Попов Александр Ильич (RU),  
Бурдин Игорь Анатольевич (RU),  
Горелый Константин Александрович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Уральский федеральный  
университет имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина" (RU)****(54) ВЕТРОГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА С СОСТАВНЫМИ ЛОПАСТЯМИ,  
ИСПОЛЬЗУЮЩАЯ В ПОТОКЕ ЭФФЕКТ МАГНУСА (ВАРИАНТЫ)**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области ветрогидроэнергетики. Ветрогидроэнергетическая установка с составными лопастями, использующая в потоке эффект Магнуса, содержит ветрогидроколесо с горизонтальной осью вращения, на которой закреплен электрогенератор, и радиально установленные на махах цилиндры с приводом, каждый из цилиндров имеет на одном конце невращающуюся корневую часть, на другом - вращающуюся концевую часть, оснащенную шайбой, усеченным конусом, и содержит на своей поверхности и на поверхности конуса спиральные ребра-шнеки, при этом основание конуса обращено к цилиндру, диаметр которого больше диаметра цилиндра. По обе стороны цилиндров на махах закреплены с возможностью поворота кронштейны, между кронштейнами расположены по оси направления потока роторы, типа Савониуса, причем роторы расположены впереди или позади цилиндров, а их лопасти установлены на согласованное с цилиндрами направление вращения. Изобретение направлено на увеличение аэродинамической подъемной силы рабочих цилиндров на основе

**ВИД А****ФИГ.2**

Предлагаемая ветрогидроэнергетическая установка (ВГЭУ) относится к устройствам для преобразования ветровой или гидравлической энергии в механическую или электрическую.

Известен, например, «Ротор ветродвигателя с горизонтальной осью вращения», авторов Соловьева А.П., Силина В.И. и Усатова А.И. по авторскому свидетельству СССР №1663225, МПК F03D 1/00, содержащий радиальные цилиндры, установленные с возможностью вращения вокруг своих осей, неподвижные диски, размещенные у торцов цилиндров, прикрепленные к дискам пластинчатые интерцепторы, расположенные вдоль образующих цилиндров и смещенных от плоскости расположения осей в наветренном направлении.

Недостатком данного устройства является незначительная вырабатываемая мощность, так как подъемная сила эффекта Магнуса, создаваемая составными лопастями, состоящими из цилиндров с пластинчатыми интерцепторами в этом варианте, невелика, поскольку разность давлений на противоположных сторонах цилиндров достигается только за счет торможения части потока интерцепторами.

Известна также «Ветроустановка и способ ее работы» автора Бычкова Н.М. по патенту РФ №2118699, МПК F03D 1/00, содержащая ветроколесо с горизонтальной осью вращения и радиально установленными цилиндрами с концевыми шайбами и продольными турбулизаторами, а также - привод цилиндров, электрогенератор, причем цилиндры выполнены составными из вращающейся и невращающейся частей и снабжены турбулизаторами. Турбулизаторы располагаются несимметрично относительно направления ветра и с зазором определенной величины относительно поверхности цилиндров, что улучшает параметры устройства.

В данной установке выполнены более сложные составные лопасти, состоящие из составных цилиндров с двумя турбулизаторами и концевыми шайбами, что позволяет увеличить эффект силы Магнуса по сравнению с предыдущими аналогами, однако на незначительную величину.

Известен также «Способ усиления эффекта Магнуса» и устройства его реализующие автора Комаровой Н.Н. по патенту РФ №2333382, МПК F03D 1/00, содержащие ветроколеса с горизонтальным валом и обтекателями, радиальные лопасти в виде цилиндрических роторов, приводов для вращения цилиндров, электрогенератора, дополнительных профилированных плоскостей в виде лопасти вдоль каждого цилиндрического ротора, лопасти переднего рассекателя потока, лопасть уплотнителя потока и лопасть торможения потока.

Недостатками устройства по данному способу является сложность их реализации и недостаточная эффективность, поскольку, как и в предыдущих аналогах, используются только манипуляции с частями потока ветра без его усиления в результате преобразования в дополнительную силу и мощность. Достоинством описания патента №2333382 является патентный анализ подобных разработок по ряду ведущих стран.

Наиболее близким техническим решением (прототипом) является «Ветроустановка» авторов Бычкова Н.М., Сорокина А.М. и Новухиро Муруками (JP) по патенту РФ №2381380, МПК F03D 1/06, содержащая ветроколесо с горизонтальной осью вращения и радиально установленными цилиндрами для реализации эффекта Магнуса, а также привод цилиндров и электрогенератор, причем составные цилиндры выполнены с невращающейся корневой и вращающейся концевой частями и с шайбой на конце, а вращающаяся часть выполнена из

цилиндрической части с усеченным конусом на конце, при этом поверхности цилиндра и конуса выполнены со спиральными ребрами-шнеками.

В данном изобретении снижено индуктивное сопротивление от вращения цилиндров, уменьшены затраты мощности на привод вращения цилиндров, что позволяет получить от установки большую удельную мощность.

Однако данному изобретению присущи те же недостатки, как и вышеперечисленным аналогам с горизонтальной осью вращения.

В данном устройстве также используется только перераспределение частей потока без его дополнительного усиления каким-либо внешним прибором, позволяющим значительно увеличить силу от эффекта Магнуса и полезно преобразовать ее в работу.

Задачей предлагаемого изобретения является устранение указанных недостатков, повышение эффективности и вырабатываемой мощности установки-прототипа, использующей эффект Магнуса.

Технические преимущества заявленного технического решения по сравнению с прототипом следующие:

- увеличена аэродинамическая подъемная сила рабочих цилиндров на основе эффекта Магнуса за счет использования в составе составной лопасти дополнительных роторов, типа ротора Савониуса, расположенных дистанционно на кронштейнах по направлению потока и усиливающих перепад давлений на противоположных сторонах цилиндров, что приводит к появлению дополнительной подъемной силы;
- увеличена аэродинамическая подъемная сила от эффекта Магнуса и обеспечена возможность ее регулирования при конкретной ветровой или гидравлической обстановке за счет оснащения дополнительных роторов приводом от маломощных электродвигателей;

- обеспечена возможность регулирования аэродинамической подъемной силы от эффекта Магнуса путем обеспечения возможности перемещения роторов на кронштейнах относительно рабочих цилиндров.

В результате поиска по источникам патентной и научно-технической информации совокупность признаков, характеризующих описываемую

«Ветрогидроэнергетическую установку с составными лопастями, использующую в потоке эффект Магнуса (Варианты)», нами не обнаружена. Таким образом, по нашему мнению, предлагаемое техническое решение соответствует критерию «новое».

На основании сравнительного анализа, предложенного решения с известным уровнем техники можно утверждать, что между совокупностью отличительных признаков, выполняемых ими функций и достигаемой задачи, предложенное техническое решение не следует явным образом из уровня техники и соответствует критерию охраноспособности «изобретательский уровень».

Предложенное техническое решение может найти применение в качестве ветроагрегата большой мощности, а также в качестве гидроэнергетической установки, устанавливаемой на морских и океанских течениях. Например, по аналогии с пропеллерными морскими ГЭС, установленными на Гольфстриме у побережья США.

«Ветрогидроэнергетическая установка с составными лопастями, использующая в потоке эффект Магнуса (Варианты)», изображена на чертежах, где:

- на фиг. 1 - фронтальный вид ветрогидроколеса, вариант расположения цилиндра навстречу потоку, а ротора позади него, причем направление потока ветра или воды  $V$  показано удаляющейся стрелкой  $\oplus$ ;

- на фиг. 2 – то же, но вид сверху, направление потока  $V$  по стрелке  $\uparrow$ ;

- на фиг. 3 – то же, но вид сбоку при условно снятом левом кронштейне, причем  $V_1$  и  $V_2$  принадлежат разделившемуся вокруг цилиндра основному потоку  $V$ , а  $V_3$  и  $V_4$  потоки, созданные дополнительно от вращающегося ротора;

- на фиг. 4 - вариант расположения ротора навстречу потоку, а цилиндра позади него, также при условно снятом левом кронштейне и перераспределении частей потоков.

Составная лопасть ветроколеса ВГЭУ состоит из цилиндра 1 и ротора 2, типа ротора Савониуса, которые с помощью левого кронштейна 3 и правого кронштейна 4 закреплены дистанционно по оси О-О на махе 5, соединенном с головкой 6 ветрогидроколеса, например, трехлопастной ВГЭУ, размещенной на мачте 7 (на чертежах остальные лопасти ветрогидроколеса установки для упрощения не показаны).

Крепление кронштейнов на махе позволяет (фиг. 3 и фиг. 4) при регулировании взаимного положения роторов и цилиндров на лопасти производить отклонение ротора от оси О-О в пределах углов  $\pm\alpha$  (новые оси  $O_1-O_1$  либо  $O_2-O_2$ ) радиально относительно центра цилиндров.

Цилиндры приводятся во вращение известным способом с помощью их электроприводов, а электрогенератор присоединен к головке 6 ВГЭУ с горизонтальной осью вращения (не показано на чертеже). Роторы либо вращаются свободно под действием основного потока  $V$ , либо их оси соединяют с осями дополнительных маломощных электродвигателей 8, закрепленных на одном из кронштейнов и соединенных с источником питания через управляемый электропривод (не показан на чертеже). В состав каждого цилиндра входят невращающаяся корневая часть 9, концевая шайба 10, конус 11 и спиральные ребра-шнеки 12, нанесенные на поверхность вращающейся части цилиндра 1 и на поверхность конуса, основание которого с большим диаметром обращено к цилиндру.

ВГЭУ работает следующим образом. При использовании варианта расположения цилиндра 1 навстречу потоку, а ротора 2 позади него (фиг. 1, 2, 3) поток  $V$  ветра или воды, обтекая цилиндры, делится на части  $V_1$  и  $V_2$ . При вращении принудительно цилиндра 1 против часовой стрелки перетекание потока  $V_1$  согласно с направлением вращения создает на верхней части цилиндра пониженное давление, а движение потока  $V_2$  против направления вращения образует на нижней части цилиндра повышенное давление в потоке. Согласно закону Бернулли разность этих давлений создает эффект силы Магнуса, направленный для данного случая вертикально: сила  $F$ , приложенная к маху 5, поворачивает головку 6 ВГЭУ, размещенную на мачте 7. На осп головки ВГЭУ крепится электрогенератор (не показано на чертеже) или другой потребитель механической энергии.

Поток  $V$ , обошедший цилиндр 1 с обеих сторон, захватывается ротором 2 и заставляет его вращаться. При пространственном расположении лопастей ротора, как показано на фиг. 3, последний также вращается против часовой стрелки и создает при этом отсасывающий поток  $V_3$ , который ускоряет движение потока  $V_1$ , и тормозящий поток  $V_4$ , направленный против потока  $V_2$ . В результате дополнительной циркуляции скорости потока на верхней части цилиндра давление еще больше понижается, а на его нижней части - повышается, что создает дополнительную силу  $F_{\text{доп.}}$  и дополнительный суммарный крутящий момент для составной лопасти ВГЭУ:  $(F+F_{\text{доп.}})$ .

Поворачивая кронштейны 3 и 4, закрепленные на махах 5, представляется возможность изменять положение роторов 2 относительно цилиндров 1 в пределах углов  $\pm\alpha$  и осей  $O_1-O_1$ ,  $O_2-O_2$ , при этом будет увеличиваться или уменьшаться энергия потоков  $V_3$  и  $V_4$  и, соответственно, станет возможным регулировать суммарную силу  $(F\pm F_{\text{доп.}})$  применительно к конкретной ветровой или гидравлической обстановке.

Регулирование на махах 5 силы от эффекта Магнуса может быть также достигнуто при принудительном ускоренном вращении роторов 2 от дополнительных электродвигателей 8, подключенных к источнику питания через управляемый электропривод. При этом увеличиваются потоки  $V_3$  и  $F_4$  и, соответственно, ускоряется поток  $V_1$  и замедляется поток  $V_2$ , что создает дополнительные условия для увеличения силы  $F_{\text{доп.}}$ .

На фиг. 4 отдельно, не используя общие виды фиг. 1, 2, 3, показан вариант расположения ротора навстречу потоку, а цилиндр располагается позади него. В этом случае при движении, например, потока  $V$  с левой стороны роторы 2 вращаются по часовой стрелке и делят этот поток на  $V_3$  и  $V_4$ . Цилиндры 1 принудительно вращают также по часовой стрелке, и поток  $V$ , обтекая цилиндры, делится на части  $V_1$  и  $V_2$ , причем на верхней части цилиндра происходит ускорение потока  $(V_1+V_3)$ , а на нижней части цилиндра его замедление  $(V_2-V_4)$ , что увеличивает разность давлений и эффект от силы Магнуса  $(F+F_{\text{доп.}})$ .

Аналогично предыдущему варианту роторы 2 могут оснащаться приводными электродвигателями.

Конусы 11 и спиральные ребра-шнеки 12 на вращающихся частях цилиндров 1 уменьшают индуктивное и профильное сопротивление цилиндров, что снижает затраты мощности на их вращение. Это достигается за счет использования разности центробежных сил на противоположных концах конусов, под влиянием чего формируются потоки, направленные к центру ветроколеса. Данный эффект усиливается спиральными ребрами-шнеками 12 на концах и на вращающихся цилиндрических частях. Это способствует дополнительному движению воздуха в направлении к центру ветроколеса. Ребра-шнеки, кроме того, улучшают обтекание

цилиндров, приближая их безотрывному обтеканию, что уменьшает профильное сопротивление.

Оптимальные режимы работы ВГЭУ зависят также от соотношения диаметров роторов и цилиндров, от их взаимного расположения и от расстояния между их осями вращения.

Вместо роторов Савониуса могут быть использованы более эффективные, например, «Роторный ветродвигатель» автора Попова А.И. и др. по патенту РФ на полезную модель №31151, МПК F03D 1/02. Кроме того, на цилиндры могут быть нанесены, как в прототипе, ребра-шнеки, усеченные конусы, шайбы и другие известные элементы, также усиливающие эффект Магнуса.

По предварительной оценке использование в предложенной составной лопасти роторов типа Савониуса позволяет увеличить подъемную силу вращающихся цилиндров на 15...18%. Кроме того, предлагаемая ВГЭУ страгивается с места (начинает вращение) и работает при меньшей скорости основного потока.

Заявленные технические преимущества позволяют создать новые и эффективные конструкции, конкурирующие с распространенными крыльчатыми (пропеллерными) ветрогидроустановками.

#### ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Соловьев А.П. и др. Ротор ветродвигателя с горизонтальной осью вращения. Авторское свидетельство СССР №1663225, МПК F03D 1/00 (аналог).
2. Бычков Н.М. Ветроустановка и способ ее работы. Патент РФ №2118699, МПК F03D 1/00 (аналог).
3. Комарова Н.М. Способ усиления эффекта Магнуса. Патент РФ №2333382, МПК F03D 1/00 (аналог).
4. Бычков Н.М., Сорокина А.М., Новухиро Мураками (JP). Ветроустановка. Патент РФ №2381380, МПК F03D 1/06 (прототип).
5. Попов А.И. и др. Роторный ветродвигатель. Патент на полезную модель РФ №31151, МПК F03D 1/02 (аналог).
6. Мураками Новухиро (JP), Ито Дзун (JP). Ветровой электрогенератор на основе эффекта Магнуса. Патент РФ №2330988, МПК F03D 1/06 (аналог).
7. Щеклеин С.Е., Попов А.И. Ветродвигатель с эффектом Магнуса (Варианты). Патент РФ №2526127, МПК F03D 9/00 (аналог).
8. Соловьев А.П. Составной ротор типа Магнуса. Патент РФ №2213883, МПК F03D 3/00 (аналог).
9. Патент США 4366386 А, 28.12.1982 (аналог).
10. Патент Великобритании 245134 А, 10.02.1927 (аналог).
11. Патент Японии 5504257 А, 21.03.1980 (аналог).
12. Патент Германии 2734938 А1, 22.02.1979 (аналог).
13. Патент Германии 3501807 А1, 24.07.1986 (аналог).
14. Публикация РСТ: WO 2005/075820 (18.08.2005) (аналог).
15. Соловьев А.П. Ветроустановка с роторами Магнуса. Патент РФ №2189494. МПК F03D 1/00 (аналог).
16. Патент Китая 204212917 U от 18.03.2015 (аналог).
17. Патент США 2015061294 А1 от 05.03.2015 (аналог).

#### Формула изобретения

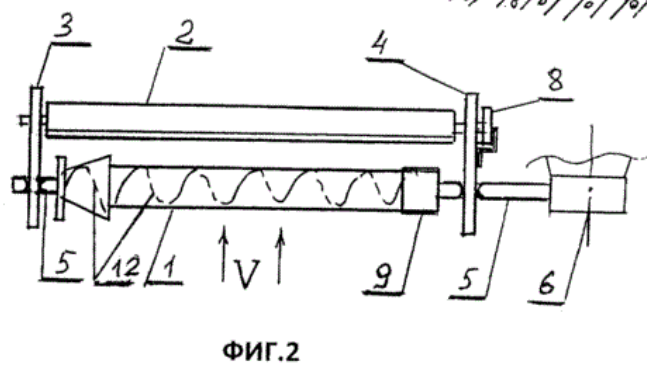
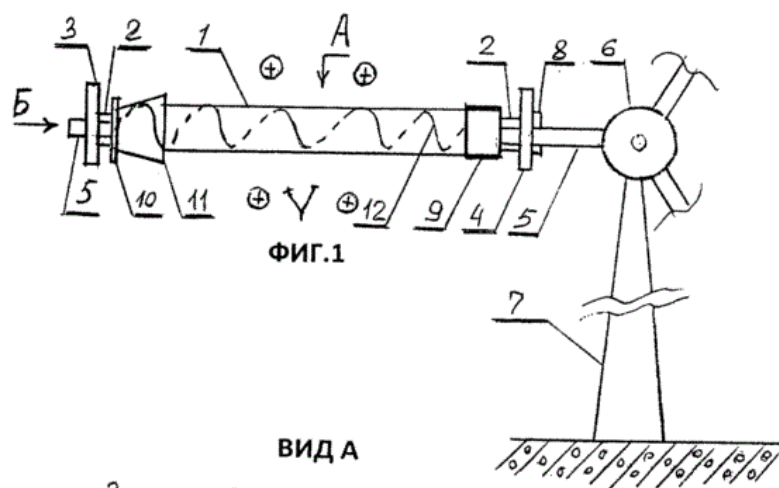
1. Ветрогидроэнергетическая установка с составными лопастями, использующая в потоке эффект Магнуса, содержащая ветрогидроколесо с горизонтальной осью вращения, на которой закреплен электрогенератор, и радиально установленные на махах цилиндры с приводом, каждый из цилиндров имеет на одном конце не вращающуюся корневую часть, на другом - вращающуюся концевую часть, оснащенную шайбой, усеченным конусом и содержит на своей поверхности и на поверхности конуса спиральные ребра-шнеки, при этом основание конуса обращено к цилиндру, диаметр которого больше диаметра цилиндра, отличающаяся тем, что по обе стороны цилиндров на махах закреплены с возможностью поворота кронштейны, между кронштейнами расположены по оси направления потока роторы, типа Савониуса, причем роторы расположены позади цилиндров, а их лопасти установлены на согласованное с цилиндрами направление вращения.

2. Ветрогидроэнергетическая установка с составными лопастями, использующая в потоке эффект Магнуса по п. 1, отличающаяся тем, что дополнительно введены и подключены к источнику питания через управляемый привод электродвигатели, соединенные с роторами, лопасти которых установлены для их ускоренного вращения, согласованному с направлением вращения цилиндров от потока.

3. Ветрогидроэнергетическая установка с составными лопастями, использующая в потоке эффект Магнуса, содержащая ветрогидроколесо с горизонтальной осью вращения, на которой закреплен электрогенератор, и радиально установленные на махах цилиндры с приводом, каждый из цилиндров имеет на одном конце не вращающуюся корневую часть, на другом - вращающуюся концевую часть, оснащенную шайбой, усеченным конусом и содержит на своей поверхности и на поверхности конуса спиральные ребра-шнеки, при этом основание конуса обращено к цилиндру, диаметр которого больше диаметра цилиндра, отличающаяся тем, что по обе стороны цилиндров на махах закреплены с возможностью поворота кронштейны, между кронштейнами расположены по оси направления потока роторы, типа Савониуса, причем роторы расположены впереди цилиндров, а их лопасти установлены на согласованное с цилиндрами направление вращения.

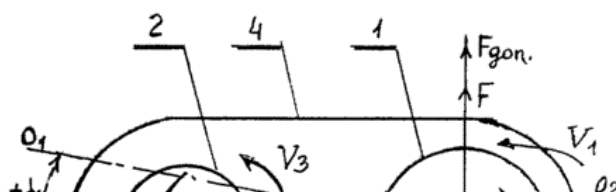
4. Ветрогидроэнергетическая установка с составными лопастями, использующая в потоке эффект Магнуса по п. 3 отличающаяся тем, что дополнительно введены и подключены к источнику питания через управляемый привод электродвигатели, соединенные с роторами, лопасти которых установлены для их принудительного вращения, согласованному с направлением вращения цилиндров от потока.

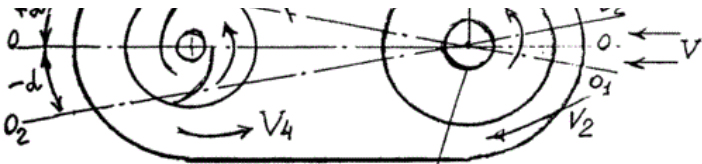
**ВЕТРОГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА С СОСТАВНЫМИ  
ЛОПАСТЯМИ, ИСПОЛЬЗУЮЩАЯ В ПОТОКЕ ЭФФЕКТ МАГНУСА  
(ВАРИАНТЫ)**



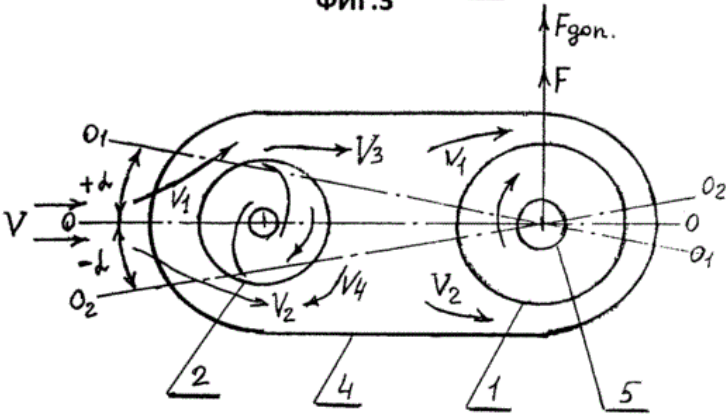
**ВЕТРОГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА С СОСТАВНЫМИ  
ЛОПАСТЯМИ, ИСПОЛЬЗУЮЩАЯ В ПОТОКЕ ЭФФЕКТ МАГНУСА  
(ВАРИАНТЫ)**

ВИД Б





ФИГ.3



ФИГ.4